



EP 00/02639
09/926225

ESU

Bescheinigung

Die Herren Steffen Setzer, Thilo Weigel und Dittmar Wright, alle in Stuttgart/Deutschland, haben eine Patentanmeldung unter der Bezeichnung

"Verfahren und Vorrichtung zum bildhaften Erfassen dreidimensionaler Objekte"

am 26. März 1999 beim Deutschen Patent- und Markenamt eingereicht.

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

Die Anmeldung hat im Deutschen Patent- und Markenamt vorläufig das Symbol G 06 T 17/00 der Internationalen Patentklassifikation erhalten.

München, den 25. Mai 2000

Deutsches Patent- und Markenamt

Der Präsident

Im Auftrag

zeichen: 199 13 853.2

Ebert



REC'D	17 JUL 2000
WIPO	PCT

Steffen Setzer et al.
70565 Stuttgart

225 001 P-DE
26.03.1999

**Verfahren und Vorrichtung zum bildhaften Erfassen
dreidimensionaler Objekte**

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum bildhaften Erfassen dreidimensionaler Objekte.

Im Stand der Technik ist es bekannt, zum bildhaften Erfassen dreidimensionaler Objekte und der Erzeugung eines dreidimensionalen Bilddatensatzes mittels im allgemeinen mindestens zweier Kameras eine Abstandsmessung zu dem zu erfassenden Objekt durchzuführen und eine „Punktwolke“, d.h. eine Vielzahl von Koordinatenpunkten mit zugeordneter Bildinformation, die die Oberfläche des zu erfassenden Objektes darstellen, zu erzeugen. In einem weiteren Schritt werden die ermittelten Punkte mittels eines aufwendigen Rechenverfahrens zu Flächen verknüpft, die die Oberfläche des Objektes topologisch beschreiben. Das Ergebnis ist ein 3D-Polygondatensatz des erfaßten Objekts.

Aus der US-PS 5 818 959 ist ein Verfahren zum Erstellen eines dreidimensionalen Bildes aus mindestens zweidimensionalen Bildern bekannt, bei dem ein dreidimensionales Objekt von mindestens zwei horizontal um das Objekt angeordneten Kameras aufgenommen wird. Während der Aufnahme wird das dreidimensionale Objekt mit einem Streifenmuster bestrahlt. Ein erstes der aufgenommenen zweidimensionalen Bilder wird als Referenzbild, ein weiteres Bild als sogenanntes zweites Bild ausgewählt. Auf der Grundlage dieser beiden aus leicht unterschiedlichen Standorten aufgenommenen Bildern wird

nach dem sogenannten Binokularprinzip ein dreidimensionales Bild errechnet, wozu der Raum, in dem sich das Objekt befindet, in sogenannte Voxels unterteilt wird und die Werte eines jeden Voxels in jedem der beiden zweidimensionalen Bilder miteinander verglichen werden. Eine Identifizierung gleicher Voxels wird durch das eingestrahlte Streifenmuster erzielt. Zur Minimierung des Rechenaufwandes und Umgehung des sogenannten Hintergrundproblems werden zur Überprüfung von Oberflächenpunkten des Objekts weiter entfernt liegende Kameras benutzt.

Aus der US-PS 4 982 438 ist ein Verfahren zum Erkennen der dreidimensionalen Form eines Objektes bekannt, bei dem das aufzunehmende Objekt von vier insbesondere jeweils senkrecht zueinander angeordneten Kamerapaaaren umgeben ist, die in einer horizontalen Ebene angeordnet sind. Die Kamerapaaare nehmen jeweils ein binokulares Bild des Objekts auf. Auf der Grundlage dieser Bilder wird die dreidimensionale Form des Objekts berechnet, indem die binokulare Rechenmethode mit der sogenannten Kegel-Silhouettenmethode (Cone-Silhouetting Method) kombiniert wird.

Aus der EP 0 631 250 A2 ist ein weiteres Verfahren zur Nachbildung dreidimensionaler Objekte bekannt. Bei diesem Verfahren sind mehrere an unterschiedlichen Positionen aufgestellte Kameras vorgesehen, die beweglich angeordnet sind und/oder zur Aufnahme eines bewegten Objekts geeignet sind. Ähnlich wie bei den bereits beschriebenen Verfahren wird eine Kamera als Referenzkamera ausgewählt und es werden im Verhältnis zu dem von dieser Kamera aufgenommenen Bild in den von den anderen Kameras aufgenommenen Bildern übereinstimmende Punkte gesucht, die als Grundlage für die Berechnung der Voxel-Inhalte dienen.

Aus der US-PS 4 825 393, US-PS 5 432 712, US-PS 5 577 130, US-PS 5 561 526 und US-PS 4 654 872 sind jeweils Verfahren zum Ausmessen dreidimensionaler Gegenstände bzw. zur Abstandsmessung bekannt, die auf von der Binokularmethode ausgehenden komplexen Berechnungen beruhen.

Die Firma Kaidan, Feasterville, Pennsylvania, USA, bietet unter der Bezeichnung Meridian C-60 ein Fotografiergerüst an, das eine im wesentlichen C-förmige Schiene umfaßt, entlang deren Innenseite eine Kamera verfahrbar angeordnet ist. Das zu fotografierende Objekt wird auf einem Drehteller derart angeordnet, daß die entlang der Schiene verfahrbare Kamera in vertikaler Richtung um das Objekt verstellbar ist.

Bei den bekannten Systemen ist als nachteilig festzuhalten, daß sie aufgrund der komplexen Berechnungsmethoden zur Erstellung der dreidimensionalen Polygondatensätze Datenverarbeitungsanlagen mit sehr großer Rechnerleistung benötigen. Ein weiterer Nachteil ist die sogenannte Hintergrundproblematik, da die zu erfassenden Objekte von den bekannten Systemen nicht zufriedenstellend vom Bildhintergrund unterschieden und abgegrenzt werden können.

Ausgehend hiervon liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren bzw. eine Vorrichtung zum bildhaften Erfassen dreidimensionaler Objekte bereitzustellen, mit dem bzw. der auf einfache und kostengünstige Weise und insbesondere unter Verwendung von Datenverarbeitungsanlagen mit üblicher Rechnerleistung dreidimensionale Objekte erfaßt und für einen Betrachter in perspektivischer Ansicht zur Erzeugung eines dreidimensionalen Eindrucks wiedergegeben werden können. Insbesondere soll erfindungsgemäß ein zu erfassendes Objekt ohne komplizierte Berechnungsverfahren von einem Bildhintergrund abgegrenzt werden können.

Zur Lösung dieser Aufgabe werden ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 sowie eine Vorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 9 vorgeschlagen.

Erfnungsgemäß werden somit von einem zu erfassenden Objekt mittels mindestens einer Kamera eine Vielzahl von Aufnahmen aus unterschiedlichen Aufnahmerichtungen erstellt und jede dieser Aufnahmen wird unter Zuordnung der zugehörigen Relativkoordinaten Kamera/Objekt abgespeichert. Im Gegensatz zum Stand der Technik findet somit eine Abspeicherung reiner zweidimensionaler Bilddaten statt, denen jeweils Informationen über die räumliche Beziehung zwischen Aufnahmeposition und aufgenommenen Objekt zugeordnet sind, anstatt aus einer Fülle aufgenommener zweidimensionaler Daten einen dreidimensionalen Objektdatensatz zu berechnen. Eine Wiedergabe der gespeicherten Bilddaten erfolgt mittels eines geeigneten Darstellungsprogramms, indem in Abhängigkeit von der relativen Position zum Objekt das entsprechende zweidimensionale Bild aufgerufen wird, das der jeweiligen Ansicht entspricht, d.h. die Wiedergabe der gespeicherten Bilddaten erfolgt in perspektivischer Ansicht zur Erzeugung eines dreidimensionalen Eindrucks durch aneinanderfügen der zweidimensionalen Bilddaten unter Berücksichtigung der zugehörigen Koordinaten. So entsteht der Eindruck, das Objekt würde in einer dreidimensionalen Darstellung betrachtet. Das erfundungsgemäße Verfahren bzw. die erfundungsgemäße Vorrichtung erfordern im Gegensatz zu herkömmlichen 3D-Anwendungen erheblich weniger Rechnerleistung. Die mit den Bilddaten abgespeicherten Koordinaten bzw. Parameter können neben Raum- und Winkelkoordinaten auch Zeitkoordinaten umfassen, was insbesondere bei sich ändernden, bewegenden oder auch wachsenden Objekten (Pflanzen) eine "dynamische" Objekterfassung und entsprechende Wiedergabe ermöglicht.

In Ausgestaltung der Erfindung wird das zu erfassende Objekt gedreht und mittels einer fest oder höhenverstellbar angeordneten Kamera aufgenommen. In der einfachsten Ausführungsform wird somit nur eine einzelne Kamera benötigt, um einen Bilddatensatz zu erzeugen, der eine einen dreidimensionalen Eindruck vermittelnde perspektivische Darstellung des erfaßten Objekts gestattet. Dazu wird das zu erfassende Objekt gedreht und von der fest angeordneten Kamera aufgenommen. Jeder Einzelaufnahme des Objekts wird die zugehörige Winkelstellung entsprechend der Drehung des Objekts zugeordnet. Um eine perspektivische Ansicht des Objekts aus verschiedenen Höhen zu ermöglichen, kann die Kamera höhenverstellbar angeordnet sein, und bei jeder Höheneinstellung der Kamera erfolgt eine vollständige Drehung des zu erfassenden Objekts, während der eine vorbestimmte Anzahl von Aufnahmen erfolgt. Beispielsweise wird alle 10° bei einer Drehung des Objekts eine Aufnahme gemacht, d.h. 36 Aufnahmen bei einer vollständigen Umdrehung.

In anderer Ausgestaltung der Erfindung wird das zu erfassende Objekt mittels zwei oder mehr Kameras aufgenommen, deren relative Position in bezug auf das zu erfassende Objekt geändert wird. Bei der Änderung der relativen Position kann es sich vorzugsweise um eine Drehung des zu erfassenden Objekts handeln. Es ist jedoch auch möglich, die Kameras um das zu erfassende Objekt zu schwenken, was insbesondere bei großen, nur schwer beweglichen Objekten vorteilhaft ist. Selbstverständlich kann eine Drehung des Objekts auch ergänzend zu einer Verschwenkung der Kameras stattfinden. Unabhängig von der Art und Weise der relativen Änderung der Position zwischen Kameras und zu erfassendem Objekt ist es wichtig, daß zu jedem Zeitpunkt die relativen Koordinaten jeder Kamera zu dem erfassenden Objekt bekannt

sind. Bei den relativen Koordinaten handelt es sich um geeignete Raum- und/oder Winkelkoordinaten.

In besonders vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung ist eine Mehrzahl von Kameras räumlich um das zu erfassende Objekt verteilt angeordnet. Bei einer ausreichend großen Anzahl von Kameras, die das Objekt von einer ausreichend großen Anzahl von Aufnahmerichtungen aufnehmen können, um eine zufriedenstellende perspektivische Wiedergabe auf der Grundlage von zweidimensionalen Bilddatensätzen zu gewährleisten, ist keine relative Änderung der Positionen zwischen Kameras und zu erfassendem Objekt notwendig. Sollte die Zahl der Kameras jedoch nicht ausreichend groß sein, so findet vorteilhafterweise eine Drehung des zu erfassenden Objektes statt. Die Kameras können beispielsweise auf einer das Objekt im wesentlichen symmetrisch umgebenden zylindrischen oder teil-sphärischen (domartige Anordnung) Fläche angeordnet sein.

In besonders vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung ist eine Mehrzahl von Kameras in einer durch das zu erfassende Objekt verlaufenden Ebene um das Objekt verteilt angeordnet. Vorzugsweise erfolgt die Anordnung der Kameras dabei entlang einer im wesentlichen C-förmigen oder teilkreisförmigen Schiene. Das zu erfassende Objekt ist beispielsweise etwa im Mittelpunkt der Krümmung der Schiene angeordnet. Zur Erzeugung einer relativen Positionsveränderung wird entweder das Objekt gedreht oder die Schiene mitsamt der daran angeordneten Kameras um das Objekt, beispielsweise entlang einer um das Objekt herumführenden Schiene, verschwenkt.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung, für die auch selbstständig Schutz begehrt wird, weist die erfindungsgemäße Vorrichtung gemäß Anspruch 16 eine Hintergrundfläche mit im

wesentlichen konstantem Farbton im Farbraum auf. Mit einer derartigen Hintergrundfläche, die so ausgestaltet ist, daß sie in jedem von der mindestens einen Kamera aufgenommenen Bild den gesamten Bildhintergrund des aufgenommenen Objekts darstellt, ist eine einfache, klare und eindeutige Abgrenzung des Objekts zum Hintergrund gewährleistet.

In Ausgestaltung der Erfindung sind Beleuchtungsmittel zum Beleuchten der kamerafernen Rückseite der Hintergrundfläche vorgesehen. Die Beleuchtung der Hintergrundfläche kann jedoch auch in geeigneter Weise von seitlich oder vorn erfolgen.

In anderer Ausgestaltung der Erfindung ist die Hintergrundfläche selbst leuchtend ausgebildet und ist vorzugsweise als elektrolumineszierende Folie ausgebildet. Damit lassen sich besonders gute Abgrenzungsergebnisse erzielen.

Um die Abgrenzung von Objekt zu Hintergrund noch weiter zu verbessern, ist in weiterer Ausgestaltung der Erfindung ein die Hintergrundfläche bedeckender flächiger oder folienförmiger Filter vorgesehen.

Weitere Vorteile und Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus der Beschreibung und der beiliegenden Zeichnung.

Es versteht sich, daß die vorstehend genannten und die nachstehend noch zu erläuternden Merkmale nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar sind, ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

Die Erfindung ist anhand von Ausführungsbeispielen in der Zeichnung dargestellt und wird im folgenden unter Bezugnahme auf die Zeichnung näher erläutert.

Figur 1 zeigt in perspektivischer schematischer Darstellung eine erste Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zum bildhaften Erfassen dreidimensionaler Objekte.

Figur 2 zeigt die Vorrichtung der Figur 1 in Draufsicht.

Figur 3 zeigt in schematischer perspektivischer Darstellung ein zweites Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Vorrichtung mit einer Mehrzahl von entlang einer im wesentlichen teilkreisförmigen Schiene angeordneten Kameras und auf einem Drehsteller angeordnetem zu erfassenden Objekt.

Figur 4 zeigt die Vorrichtung der Figur 3 in einer anderen Ansicht.

Figur 5 zeigt die Vorrichtung der Figur 3 mit aufgehängtem Objekt.

Die Figuren 1 und 2 zeigen zur Veranschaulichung des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips in stark schematischer Darstellung eine erste Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung 10 zum bildhaften Erfassen dreidimensionaler Objekte. Figur 1 zeigt die Vorrichtung 10 in perspektivischer Darstellung, während in Figur 2 eine Draufsicht auf die Vorrichtung 10 der Figur 1 gezeigt ist.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung 10 zum bildhaften Erfassen dreidimensionaler Objekte umfaßt eine Vielzahl von Kameras 12, 13, bei denen es sich vorteilhafterweise um sogenannte CCD-Kameras oder auch CMOS- oder HDRC-Kameras oder jede andere Art digitaler Fotokamera handelt. Die Kameras 12, 13 sind im Raum verteilt um einen Drehsteller 16 angeordnet,

auf dem ein zu erfassendes Objekt 14 plaziert ist. Um den Drehteller 16 ist beabstandet zu diesem eine Hintergrundfläche 18 derart angeordnet, daß sie den Drehteller 16 im wesentlichen axialsymmetrisch umgibt und dabei die Mantelfläche eines einem Zylinder angenäherten Polygons darstellt.

Die Kameras 12, 13 sind räumlich um das zu erfassende Objekt 14 verteilt angeordnet, wobei die Position jeder Kamera 12, 13 in bezug auf das zu erfassende Objekt 14 bekannt ist. Der Abstand jeder Kamera zu dem Objekt 14 und ihre jeweilige Position im Raum ist frei wählbar, d.h. es bestehen keine Auflagen dahingehend, daß die Kameras 12, 13 beispielsweise äquidistant zu dem Objekt 14 angeordnet sein müssen. In dem in den Figuren 1 und 2 dargestellten Ausführungsbeispiel sind erste Kameras 12 auf der durch die Hintergrundfläche 18 aufgespannten Polygonmantelfläche angeordnet und in die Hintergrundfläche 18 eingesetzt bzw. eingearbeitet. Somit weisen die Kameras 12 jeweils die gleiche Distanz zu der Rotationsachse der Mantelfläche und der im wesentlichen damit zusammenfallenden Drehachse des Drehtellers 16 auf.

Mit dem Bezugszeichen 13 versehene zweite Kameras sind im Inneren des durch die Hintergrundfläche 18 aufgespannten Volumens angeordnet, teilweise auch direkt oberhalb des Drehtellers 16.

Bei einer Aufnahme des Objekts 14 wird von jeder der Kameras 12, 13 mindestens ein Bild angefertigt, das gemeinsam mit den relativen Koordinaten der zugehörigen Kamera relativ zu dem Objekt 14 als zweidimensionaler Bilddatensatz in einer nicht näher dargestellten Speichereinrichtung abgespeichert. Die Koordinaten sind vorzugsweise Raum- und/oder Winkelkoordinaten, die eine Berechnung des Abstands zwis-

schen der jeweiligen Kamera zu dem Objekt und den Winkel zwischen Kamera und Objekt (bezüglich der Horizontalen oder der Vertikalen oder einer anderen Referenzachse) gestattet.

Reicht die Anzahl der Kameras 12, 13, die im Raum um das Objekt 14 herum verteilt angeordnet sind, nicht aus, um eine zufriedenstellende perspektivische Ansicht des erfaßten Objekts zu erzeugen, beispielsweise weil ein wesentlicher Abschnitt des Objekts 14 nicht ausreichend fotografiert werden konnte, findet mittels einer geeigneten Dreheinrichtung (im dargestellten Beispiel der Drehteller 16) eine Drehung des Objekts 14 während der Aufnahme statt. Durch diese Drehung des Objekts 14, die ausreichend langsam erfolgt, können mit jeder der um das Objekt 14 herum angeordneten Kameras 12, 13 in vorbestimmten Winkelintervallen Bilder aufgenommen und abgespeichert werden, die unter Berücksichtigung der gemeinsam mit den Bildern abgespeicherten Koordinaten, in die auch die jeweilige Drehwinkelstellung des Objekts einfließt, eine Wiedergabe des erfaßten Objekts in perspektivischer Ansicht zur Erzeugung eines dreidimensionalen Eindrucks gestattet.

Figur 3 zeigt als bevorzugte Ausführungsform der Erfindung eine Vorrichtung 20 zum bildhaften Erfassen dreidimensionaler Objekte. Die Vorrichtung 20 umfaßt einen im wesentlichen teilkreisförmigen Kameraarm 22, in dem eine Mehrzahl von Kameras 24 angeordnet sind. Der Kameraarm 22 ist aufrechtstehend angeordnet, d.h. die Ebene, in der der Kameraarm 22 liegt, verläuft im wesentlichen senkrecht zur Horizontalen bzw. zur Bodenfläche. Im folgenden wird der Kameraarm 22 aus Gründen der Einfachheit als Schiene 22 bezeichnet.

Die Kameras 24 sind an der Schiene 22 derart angebracht, daß ihre optischen Achsen jeweils im wesentlichen in der

Ebene der Schiene 22 verlaufen und im wesentlichen auf den Mittelpunkt des Teilkreises der Schiene 22 gerichtet sind. Mit anderen Worten sind die Kamerä 24 entlang der Schiene 22 mit im wesentlichen radialem Strahlengang angeordnet.

Die Vorrichtung 20 umfaßt des weiteren als Dreheinrichtung einen Drehteller 26, auf dem ein zu erfassendes Objekt 28 angeordnet ist. Die Drehachse des Drehtellers 26 liegt dabei im wesentlichen in der Ebene der Schiene 22 und die Ebene, in der die optischen Achsen der Kamerä 24 liegen, verläuft durch das Objekt 28.

Des weiteren umfaßt die Vorrichtung 20 eine erste Hintergrundfläche 30 und eine zweite Hintergrundfläche 31. Die erste Hintergrundfläche 30 ist unterhalb der Schiene 22 und des Drehtellers 26 entlang der Bodenfläche ausgelegt, während die zweite Hintergrundfläche 31 im wesentlichen senkrecht zur ersten Hintergrundfläche 30 auf der der Schiene 22 fernen Seite des Drehtellers 26 angeordnet ist. Die Hintergrundflächen 30, 31 sind derart angeordnet, daß sie in den von den Kamerä 24 aufgenommenen Bildern den gesamten Hintergrund darstellen.

Da der Drehteller i.a. in der Bildfläche jeder Kamera liegt, ist er ein wichtiger Bestandteil des Hintergrunds und ist daher vorzugsweise zur Vereinheitlichung des Hintergrundes an die Hintergrundfläche angepaßt, indem zumindest die Flächen, Kanten und Ränder des Drehtellers, die in dem Kamerabild erscheinen, mit dem gleichen Material der Hintergrundfläche verkleidet bzw. bedeckt sind.

Außerdem umfaßt die Vorrichtung 20 Beleuchtungskörper 32 zur Ausleuchtung des Objekts 28. Die Beleuchtungskörper 32 sind derart neben den Kamerä 24 angeordnet, daß eine blendfreie Ausleuchtung des Objektes 28 möglich ist. Die

Beleuchtungskörper 32 sind beispielsweise mittels nicht näher dargestellter flexibler Arme an Seitenflächen der Schiene 22 befestigt, so daß eine individuelle blendfreie Einstellung der Ausleuchtung möglich ist.

Die Hintergrundflächen 30, 31 sind vorteilhafterweise erfundungsgemäß mit im wesentlichen konstantem Farbort im Farbraum ausgebildet. In besonders vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung sind die Hintergrundflächen selbstleuchtend, beispielsweise als elektrolumineszierende Folie, ausgebildet. Um eine besonders gute Konstanz des Farbortes zu erzielen, sind die Hintergrundflächen mit in den Figuren nicht näher dargestellten Filtern bedeckt. Bei einer selbstleuchtenden Ausgestaltung der Hintergrundflächen kann unter Umständen auch auf die zusätzlichen Beleuchtungskörper 32 verzichtet werden.

Figur 4 zeigt die erfundungsgemäße Vorrichtung der Figur 3 aus einer anderen perspektivischen Sicht.

Figur 5 zeigt die erfundungsgemäße Vorrichtung 20 der Figur 3, bei der ein zu erfassendes Objekt 29 mittels einer Hängeeinrichtung 34 aufgehängt ist. Das Aufhängen des zu erfassenden Objekts hat den Vorteil, daß auch die Unterseite des Objekts zumindest teilweise von den im unteren Bereich der Schiene 22 angeordneten Kameras erfaßt und aufgenommen werden kann.

Bei der Hängeeinrichtung 34 handelt es sich insbesondere um eine mit der Drehscheibe 26 verbundene drehfeste Verbindung zwischen Drehteller 26, Objekt 29 und oberen Ende 22b der Schiene 22.

Erfundungsgemäß werden somit zweidimensionale Bilder eines zu erfassenden Objekts aufgenommen und mit den relativen

Kamerakoordinaten als Zusatzparameter abgespeichert. Mit Hilfe eines geeigneten Darstellungsprogramms wird in Abhängigkeit von der relativen Position des Betrachters zum Objekt das Bild aufgerufen, das der jeweiligen Ansicht entspricht. So entsteht der Eindruck, als würde das Objekt in einer dreidimensionalen Darstellung betrachtet. Das erfundungsgemäße Verfahren erfordert im Gegensatz zu herkömmlichen 3D-Anwendungen (CAD, Animation) erheblich weniger Rechnerleistung seitens des eingesetzten Computers.

Durch die Verwendung einer selbstleuchtenden Hintergrundsfäche wird der Hintergrund als extrem homogene Fläche mit möglichst konstantem Farbton über die gesamte Fläche dargestellt. Damit wird die Voraussetzung geschaffen, mit Hilfe von sehr schnellen und effizienten Algorithmen ein zu erfassendes Objekt in qualitativ hochwertiger Weise "freizuschneiden". Bei bestehenden Systemen ist aufgrund der Inhomogenität des Hintergrunds in Bezug auf Farb-, Helligkeits- und Kontrastverteilungskonstanz eine Automatisierung der Freischneidens bisher nicht realisiert worden.

Selbstverständlich ist die Erfindung nicht auf die in den Figuren dargestellten und in der Beschreibung beschriebenen Ausführungsbeispiele beschränkt. So ist es beispielsweise möglich, bei der in den Figuren 3 bis 5 dargestellten Ausführungsform eine entlang der Bodenfläche symmetrisch um den Drehteller verlaufende Verstellschiene vorzusehen, auf der die Schiene 22 verstellbar bzw. verschwenkbar angeordnet ist, so daß bei einem großen und entsprechend schweren bzw. unhandlichen Objekt, das nur schwer mittels des Drehtellers 26 drehbar ist, oder bei der Aufnahme von Menschen anstatt einer Drehung des Objekts eine Verschwenkung der Schiene 22 mit sämtlichen Kameras 24 stattfindet und so die Kameras 24 das zu erfassende Objekt von allen Seiten aufnehmen können. Bei einer derartigen Ausgestaltung muß die

Hintergrundfläche entweder ebenfalls mit der Schiene 22 gemeinsam verschwenkbar angeordnet sein oder den Aufnahmeraum in sämtliche Richtungen abdecken. In der ersten Variante ist die Hintergrundfläche, insbesondere die der Schiene 22 gegenüberliegende Hintergrundfläche, derart mit der Schiene verbunden, daß sich die Hintergrundfläche gleichförmig mit der Schiene um das Objekt mitbewegt und daß bei einem Stillstand der Schiene (zur Durchführung einer Aufnahme des Objekts) jede Kamerabildfläche voll mit dem Hintergrund der Hintergrundfläche ausgefüllt ist.

Steffen Setzer et al.
70565 Stuttgart

225 001 P-DE
26.03.1999

Patentansprüche

1. Verfahren zum bildhaften Erfassen dreidimensionaler Objekte, bei dem mittels mindestens einer Kamera (12, 13; 24) ein zu erfassendes Objekt (14; 28, 29) aus einer Mehrzahl von Aufnahmerichtungen der mindestens einen Kamera (12, 13; 24) relativ zu dem zu erfassenden Objekt (14; 28, 29) aufgenommen wird, wobei zweidimensionale Bilddaten jeder Aufnahmerichtung gemeinsam mit zugehörigen Koordinaten der mindestens einen Kamera (12, 13; 24) in bezug auf das zu erfassende Objekt (14; 28, 29) gespeichert werden und eine Wiedergabe der gespeicherten Bilddaten in perspektivischer Ansicht zur Erzeugung eines dreidimensionalen Eindrucks durch Aneinanderfügen der zweidimensionalen Bilddaten unter Berücksichtigung der zugehörigen Koordinaten erfolgt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem das zu erfassende Objekt (14; 28, 29) gedreht und mittels einer fest oder höhenverstellbar angeordneten Kamera aufgenommen wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem das zu erfassende Objekt (14; 28, 29) mittels zwei oder mehr Kameras (12, 13; 24) aufgenommen wird, deren relative Position in bezug auf das zu erfassende Objekt (14; 28, 29) geändert wird.
4. Verfahren nach Anspruch 3, bei dem die relative Position durch Drehung des zu erfassenden Objekts (14; 28, 29) geändert wird.

5. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, bei dem die relative Position durch Schwenkung der Kameras um das zu erfassende Objekt geändert wird.

6. Verfahren nach Anspruch 4, bei dem eine Mehrzahl von Kameras (12, 13; 24) räumlich um das zu erfassende Objekt (14; 28, 29) verteilt angeordnet ist.

7. Verfahren nach Anspruch 5, bei dem eine Mehrzahl von Kameras (24) in einer durch das zu erfassende Objekt (28, 29) verlaufenden Ebene um das Objekt (28, 29) verteilt angeordnet ist.

8. Verfahren nach Anspruch 7, bei dem eine Mehrzahl von Kameras (24) entlang einer im wesentlichen C-förmigen oder teilkreisförmigen Schiene (22) angeordnet ist.

9. Vorrichtung zum bildhaften Erfassen dreidimensionaler Objekte, mit mindestens einer auf ein zu erfassendes Objekt (14; 28, 29) richtbaren Kamera (12, 13; 24) und einer Speicher- und Wiedergabeeinrichtung, wobei eine Aufnahme des zu erfassenden Objekts (14; 28, 29) aus einer Mehrzahl von Aufnahmerichtungen der mindestens einen Kamera (12, 13; 24) relativ zu dem Objekt (14; 28, 29), eine Speicherung von zweidimensionalen Bilddaten jeder Aufnahmerichtung in der Speichereinrichtung gemeinsam mit zugehörigen Koordinaten der mindestens einen Kamera (12, 13; 24) in bezug auf das zu erfassende Objekt (14; 28, 29) und eine Wiedergabe der gespeicherten Bilddaten in perspektivischer Ansicht zur Erzeugung eines dreidimensionalen Eindrucks durch Aneinanderfügen der zweidimensionalen Bilddaten unter Berücksichtigung der zugehörigen Koordinaten erfolgt.

10. Vorrichtung nach Anspruch 9, bei der eine Mehrzahl von Kameras (12, 13; 24) in definierter räumlicher Anordnung um

das zu erfassende Objekt (14; 28, 29) verteilt vorgesehen ist.

11. Vorrichtung nach Anspruch 10, bei der die Kameras auf einer das zu erfassende Objekt (14) umgebenden zylindrischen oder teil-sphärischen Fläche angeordnet sind.

12. Vorrichtung nach Anspruch 9, bei dem Mittel (16; 26, 34) zur Änderung der relativen Position der mindestens einen Kamera (12, 13; 24) in bezug auf das zu erfassende Objekt (14; 28, 29) und Mittel zum Erfassen der relativen Koordinaten zwischen der mindestens einen Kamera (12, 13; 24) und dem zu erfassenden Objekt (14; 28, 29) vorgesehen sind.

13. Vorrichtung nach Anspruch 12, bei dem die Mittel zur Änderung der relativen Position eine Dreheinrichtung (16; 26) für das zu erfassende Objekt und/oder eine Verschwenk- einrichtung für die mindestens eine Kamera sind.

14. Vorrichtung nach Anspruch 12 oder 13, bei dem eine Mehrzahl von Kameras (24) in einer durch das zu erfassende Objekt verlaufenden Ebene um das Objekt (28, 29) verteilt angeordnet ist.

15. Vorrichtung nach Anspruch 14, bei der eine Mehrzahl von Kameras (24) entlang einer im wesentlichen C-förmigen oder teilkreisförmigen Schiene (22) angeordnet ist.

16. Vorrichtung zum bildhaften Erfassen dreidimensionaler Objekte, insbesondere nach einem der Ansprüche 9 bis 15, mit mindestens einer auf ein zu erfassendes Objekt (14; 28, 29) richtbaren Kamera (12, 13; 24) zur Aufnahme des zu erfassenden Objekts und mit einer Hintergrundfläche (18; 30, 31) mit im wesentlichen konstantem Farbton im Farbraum.

17. Vorrichtung nach Anspruch 16, mit Beleuchtungsmitteln zum Beleuchten der kamerafernen Rückseite der Hintergrundfläche (18; 30, 31).
18. Vorrichtung nach Anspruch 16, bei der die Hintergrundfläche (18; 30, 31) selbstleuchtend ist.
19. Vorrichtung nach Anspruch 18, bei der die Hintergrundfläche (18; 30, 31) eine elektrolumineszierende Folie ist.
20. Vorrichtung nach Anspruch 18 oder 19, bei der ein die Hintergrundfläche (18; 30, 31) bedeckender flächiger oder folienförmiger Filter vorgesehen ist.

Steffen Setzer et al.
70565 Stuttgart

225 001 P-DE
26.03.1999

Zusammenfassung

Zum bildhaften Erfassen dreidimensionaler Objekte wird ein zu erfassendes Objekt (28) mittels mindestens einer Kamera (24) aus einer Mehrzahl von Aufnahmerichtungen der mindestens einen Kamera (24) relativ zu dem zu erfassenden Objekt (28) aufgenommen. Zweidimensionale Bilddaten jeder Aufnahmerichtung werden gemeinsam mit zugehörigen Koordinaten der mindestens einen Kamera (24) in bezug auf das zu erfassende Objekt (28) gespeichert, und eine Wiedergabe der gespeicherten Bilddaten in perspektivischer Ansicht zur Erzeugung eines dreidimensionalen Eindrucks erfolgt durch Aneinanderfügen der zweidimensionalen Bilddaten unter Berücksichtigung der zugehörigen Koordinaten. Zur Ausfüllung des Bildhintergrunds hinter dem zu erfassenden Objekt ist eine Hintergrundfläche mit im wesentlichen konstantem Farbort im Farbraum vorgesehen, die vorzugsweise selbstleuchtend (elektrolumineszierende Folie) ist.

(Figur 3)

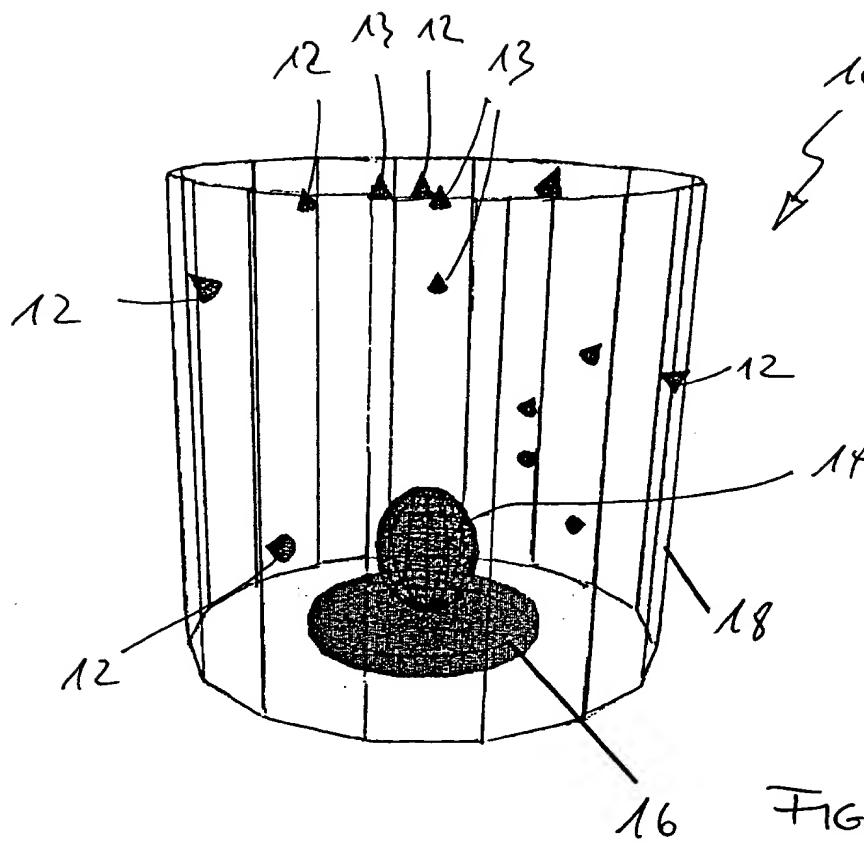


FIG. 1

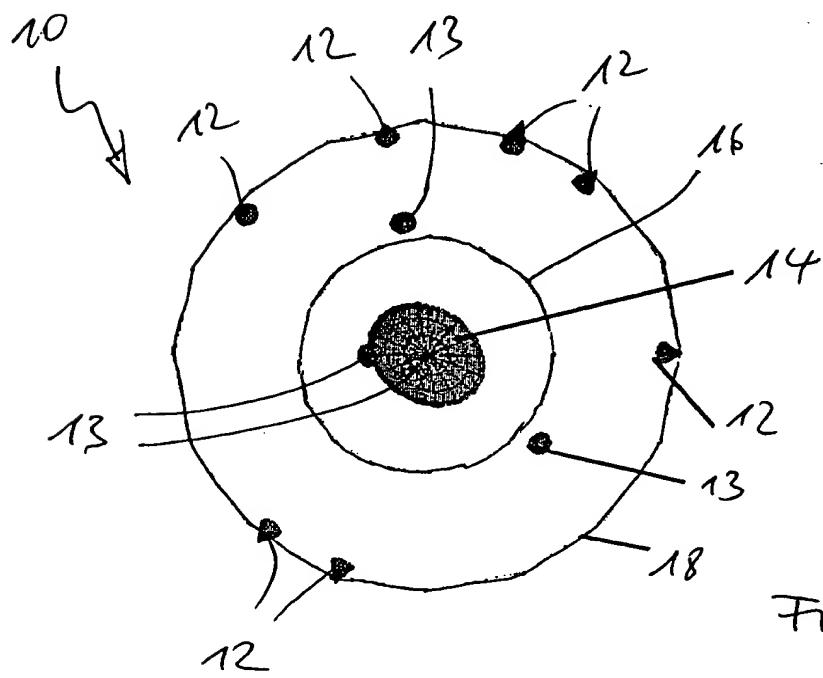


FIG. 2

Fig. 3

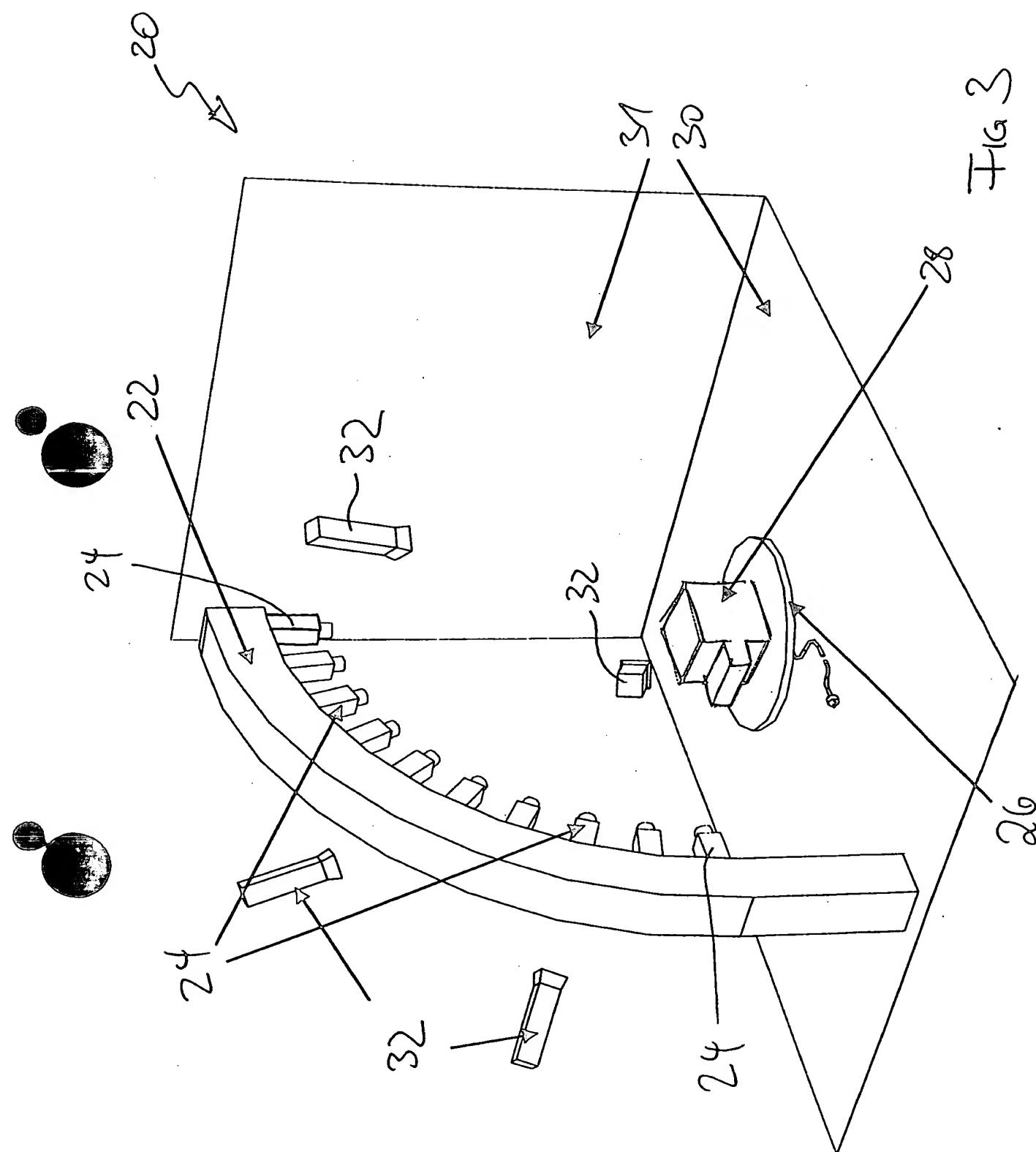


Fig. 4

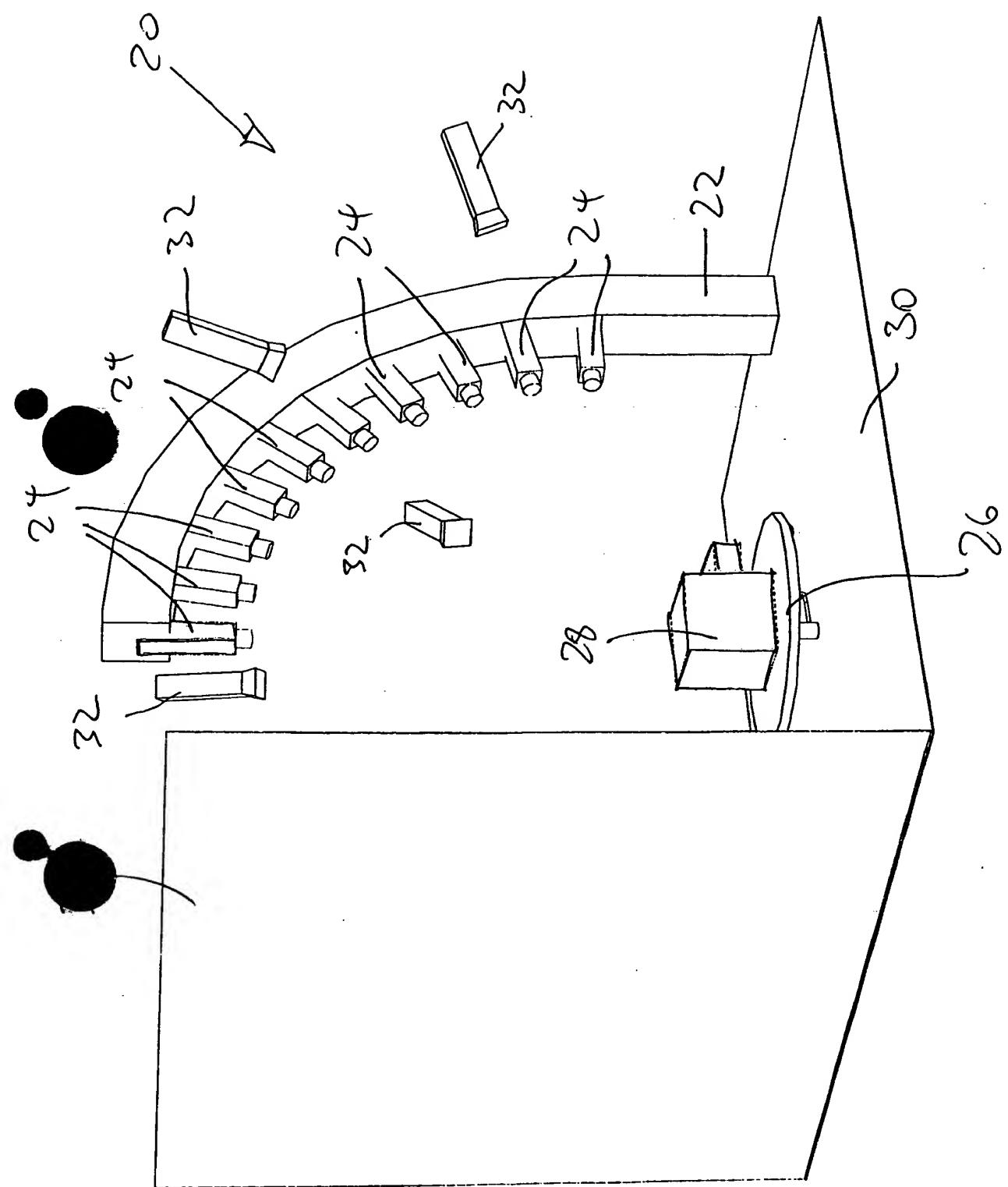


Fig 5

